

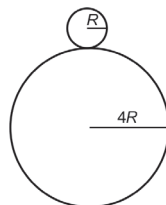
### Lwiątkowe perełki

Kontynuujemy cykl artykułów, w których omawiamy wybrane, najciekawsze lub nieoczywiste zadania z Ogólnopolskiego Konkursu Fizycznego *Lwiątko*. Trudniejsze zadania były omawiane na łamach *Fotonu* w cyklu *Odgłosy z jaskini*. Zachęcamy do lektury – wszystkie artykuły są dostępne bezpłatnie na stronie internetowej czasopisma <http://www.foton.if.uj.edu.pl/> oraz na stronie konkursu [www.lwiatko.org/odglosy-z-jaskini](http://www.lwiatko.org/odglosy-z-jaskini).

A oto zadanie z zestawu konkursowego z roku 2011 dla klas 1 i 2 gimnazjum:

Mały walec (promień  $R$ ) toczy się wokół dużego nieruchomego walca (promień  $4R$ ), wracając do początkowego położenia. Ile obrotów wykonuje mały walec?

- A. 1.
- B. 2.
- C. 3.
- D. 4.
- E. 5.



#### Rozwiązanie:

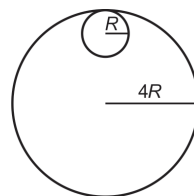
Oczywista wydaje się odpowiedź D. 4. Wystarczy wiedzieć, że obwód koła jest wprost proporcjonalny do promienia (lub znać dokładny wzór na obwód koła  $L = 2\pi R$ ) – skoro promień dużego walca jest 4 razy większy od promienia małego walca, to obwód dużego walca również jest 4 razy większy od obwodu małego walca. Mały walec musi więc wykonać 4 obroty wokół własnej osi, aby przebyć drogę równą obwodowi dużego walca i wrócić do początkowego położenia. Ale wiadomo przecież, że zadania w „Lwiątku” są podchwytliwe i niestety, odpowiedź „4” nie jest prawidłowa. Prawidłowa jest odpowiedź E. 5. Ale skąd bierze się ten dodatkowy obrót? Otóż wziął się on z tego, że mały walec toczy się nie po płaskiej powierzchni, lecz po zakrzywionej w kształcie walca.

Wyobraźmy sobie prostszą sytuację: mały walec nie toczy się, tylko ślizga po dużym, dotykając go stale tym samym punktem swojego obwodu. Wykonałby wtedy jeden obrót z powodu „zakręcania” w czasie swej podróży. Co równie ważne, obrót ten odbyłby się w tę samą stronę, w którą przesuwałby się cały walec (czyli np. zgodnie z kierunkiem ruchu wskazówek zegara), a zatem ten dodatkowy obrót „doda się” do obrotów związanych bezpośrednio z toczeniem się walca w oryginalnym zadaniu. Kto dalej nie wierzy, niech wytnie z tektury dwa kółka, o jakich mowa w zadaniu, i sprawdzi wynik doświadczalnie lub oglądnie filmik: <https://youtu.be/yUrZFB8FdXc>

Podobne zadanie na konkursie otrzymali do rozwiązania uczniowie klasy 3 gimnazjum:

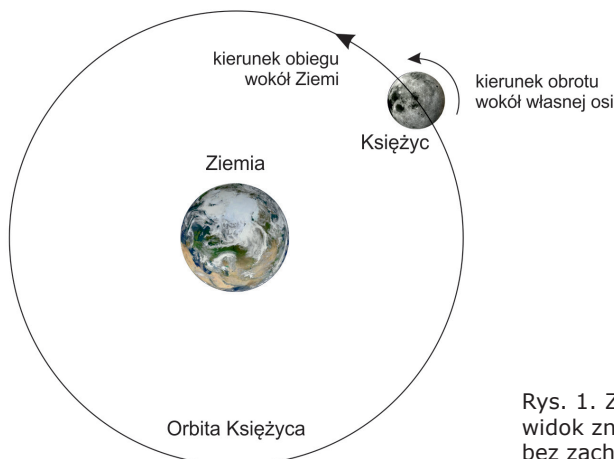
Mały walec (promień  $R$ ) toczy się po wewnętrznej powierzchni dużego nieruchomego walca (promień  $4R$ ), wracając do początkowego położenia. Ile obrotów wykonuje mały walec?

- A. 1.
- B. 2.
- C. 3.
- D. 4.
- E. 5.



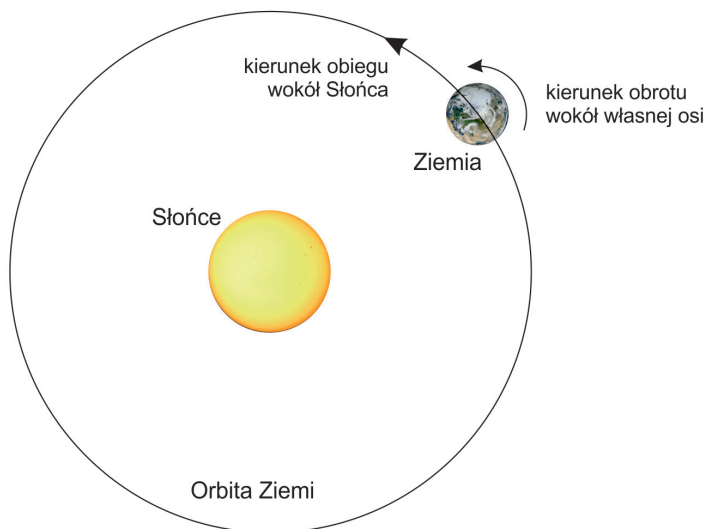
Chyba każdy Czytelnik potrafi udzielić prawidłowej odpowiedzi i nie nabierze się na haczyk.

Wspomniane zadania są bardzo „matematyczne” i można zadać sobie pytanie: czy opisane sytuacje mają coś wspólnego z fizyką i otaczającym nas światem? Odpowiedź jest twierdząca. Jednym z przykładów jest ruch Księżyca. Patrząc z Ziemi stale widzimy tę samą stronę naszego naturalnego satelity, skąd można wywnioskować, że Księżyc nie obraca się wokół własnej osi. Wniosek ten jest oczywiście błędny, bowiem w rzeczywistości Księżyc obraca się wokół własnej osi. Okres jego obrotu jest równy okresowi obiegu wokół Ziemi (czyli w ciągu jednego okrążenia Ziemi Księżyc wykonuje jeden obrót wokół własnej osi), a obrót następuje w tę samą stronę, w którą Księżyc okrąża Ziemię. Sytuacja ta przypomina wcześniejsze rozważania dotyczące walca ślizgającego się po walcu.



Rys. 1. Ziemia i Księżyc – uproszczony widok znad północnego bieguna Ziemi, bez zachowania proporcji.

Rozważając ruch Ziemi wokół Słońca można zadać sobie pytanie: ile obrotów wokół własnej osi wykonuje Ziemia w ciągu jednego roku, czyli jednego okrążenia Słońca? Dla uproszczenia przyjmijmy, że to okrążenie trwa dokładnie 365 dni. Intuicja podpowiada nam najprostszą odpowiedź: tyle samo, czyli 365. Mając jednak na uwadze powyższe rozważania, zastanówmy się głębiej nad tym problemem. Ziemia obraca się wokół własnej osi z zachodu na wschód, czyli patrząc znad północnego bieguna Ziemi kręci się w kierunku przeciwnym do kierunku wskazówek zegara. W tę samą stronę również obiega Słońce, więc jeden obrót „dodaje się”. Czyli w ciągu jednego roku Ziemia obraca się wokół swojej osi aż 366 razy!



Rys. 2. Ziemia i Słońce – uproszczony widok znad północnego bieguna Ziemi, bez zachowania proporcji.

Pytanie do Czytelnika: Ile (dokładnie) trwa jeden obrót Ziemi dookoła własnej osi? Podpowiemy, że wcale nie 24 godziny.

WZ

Odpowiedzi do zadań z Kącika zadań olimpijskich:

Zad. 1:  $0,5 \, \Omega$ . Zad. 2:  $1 + \sqrt{3} \approx 2,73 \, \Omega$ . Zad. 3:  $\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{5}}{2} \approx 1,618 \, \Omega$ .